

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Grundwasserströmung in geklüftet porösen Medien	6
1.1 Hydrogeologischer Hintergrund	6
1.2 Modellierung von Klufsystemen	8
1.3 Äquidimensionale Modellierung	11
2 Mathematische Modellierung	14
2.1 Kontinuitätsgleichung	14
2.2 Das Darcy–Gesetz	16
2.3 Strömungsgleichung	19
2.4 Randbedingungen	19
2.5 Schwache Formulierung	20
2.6 Existenz und Eindeutigkeit	23
3 Robuste Mehrgittermethoden	25
3.1 Modellproblem und Bezeichnungen	25
3.2 Finite–Elemente Diskretisierung	27
3.2.1 Gitterverfeinerung	28
3.2.2 Transformationsregeln	33
3.2.3 Diskretisierung und Fehlerabschätzung	38
3.3 Hierarchische Gebietszerlegung	41
3.3.1 Abspaltung des Kluftraums — Hierarchische Gebietszerlegung	41
3.3.2 Abspaltung des Interfaceraums	48
3.3.3 Zerlegung des Matrixproblems	56
3.4 Robuste Lösung des diskreten Problems	58
3.4.1 Teilraumkorrekturmethode	58
3.4.2 Hierarchisches Gebietszerlegungsverfahren	60
3.5 Variante: Zweilevel–Verfahren	62
4 Ein adaptives Multilevelverfahren	67
4.1 A posteriori Fehlerschätzer	69
4.1.1 Residuenfehlerschätzer für isotrope Dreieckselemente	70
4.1.2 Residuenfehlerschätzer für anisotrope Elemente	72
4.1.3 Fehlerindikatoren für den Diskretisierungsfehler	73
4.2 Abbruchkriterium	74
4.3 Verfeinerungsstrategie	75

4.4	Der Algorithmus	75
5	Software–Aspekte und Implementierung	77
5.1	Kluftgenerierung	77
5.2	Netzgenerierung	78
5.2.1	Netzgenerator ART	78
5.2.2	Erweiterungsmodul FRACMESH	80
5.3	Programmsystem MUFTE–UG	81
5.3.1	Softwarepaket MUFTE	82
5.3.2	Software–Toolbox UG	83
5.3.3	Datenstrukturen für hierarchische Gebietszerlegungen	84
6	Numerische Resultate	96
6.1	Modellproblem: Kluftkreuzung	97
6.1.1	Anisotrope Trapeze	99
6.1.2	Konvergenz des hierarchischen Zweilevel–Verfahrens	100
6.1.3	Vergleiche mit anderen Verfahren	101
6.2	Anwendungsbeispiel: Sechs Klüfte	102
7	Zusammenfassung und Ausblick	106
	Abbildungsverzeichnis	111
	Tabellenverzeichnis	